

I – MỤC TIÊU

1. Nêu được nhận xét về hiện tượng phản xạ toàn phần qua việc quan sát các thí nghiệm thực hiện ở lớp.

2. Trả lời được câu hỏi *thế nào là hiện tượng phản xạ toàn phần* ? Tính được góc i_{gh} và nêu được các điều kiện để có phản xạ toàn phần.

3. Trình bày được cấu tạo và tác dụng dẫn sáng của sợi quang, cáp quang.

4. Giải được các bài tập đơn giản về phản xạ toàn phần.

II – CHUẨN BỊ

Giáo viên

– Cố gắng thực hiện thí nghiệm ở lớp. Nếu không thể có được các dụng cụ thí nghiệm cần thiết như trình bày trong bài, có thể dùng tia laze của bút chỉ (pointer) và nước trà (pha màu) chứa trong loại hộp nhựa trong.

– Nếu tìm được, nên mang vào lớp loại đèn trang trí có nhiều sợi nhựa dẫn sáng để làm ví dụ sợi quang.

Học sinh

Ôn lại định luật khúc xạ ánh sáng.

III – THÔNG TIN BỔ SUNG

1. Về hiện tượng phản xạ toàn phần, có nhiều ý kiến xung quanh giá trị $i = i_{gh}$. Khi đó còn có khúc xạ hay không ?

Quan điểm của các tác giả SGK là :

– Đây là trường hợp giới hạn, do đó có thể coi là vẫn còn tia khúc xạ (để tính $\sin i_{gh}$) mà cũng có thể coi là bắt đầu có phản xạ toàn phần. Trong Cơ học, với lực ma sát cũng vậy. Khi vật bắt đầu trượt, có thể coi lúc đó có lực ma sát trượt hay lực ma sát nghỉ đều thích hợp để thực hiện tính toán.

– Hơn nữa, đây là một giá trị thuần túy lí thuyết. Ở thí nghiệm trên lớp, thực tế, khi tăng dần góc i ta sẽ thấy tia sáng chuyển đột ngột từ tia khúc xạ sang phản xạ toàn phần và rất khó tạo được tình huống i lân cận i_{gh} .

2. Sợi quang trong công nghệ sản xuất được phân thành hai loại :

– Sợi đơn một (monomode ; single mode) ;

– Sợi đa một (multimode).

Sợi đơn một có phần lõi đường kính chỉ vào khoảng 5 μm và phần vỏ bọc đường kính gấp hàng chục lần. Phần lõi hẹp có công dụng giảm được hiện tượng trải rộng xung ánh sáng (pulse broadening). Hiện tượng này làm cho thời gian truyền qua sợi khác nhau, ảnh hưởng đến tín hiệu thu được ở đầu ra.

Do đó, trong loại sợi đơn một, các tia sáng gần như truyền song song với trục của sợi.

Các bất lợi của loại sợi này là :

+ Chế tạo tốn kém ;

+ Năng lượng nhỏ nên tín hiệu yếu.

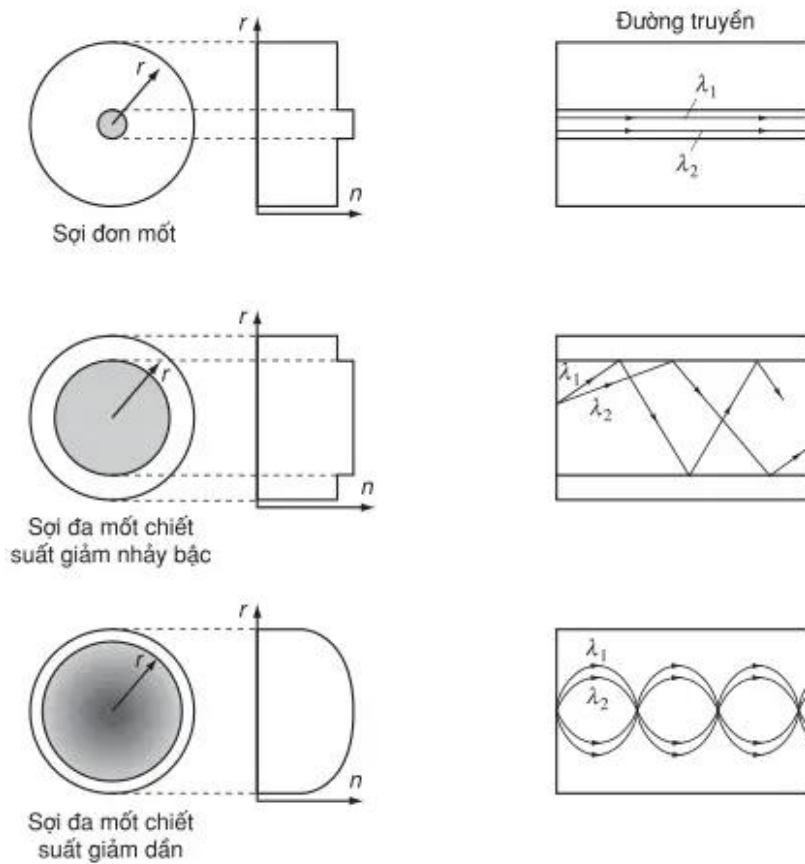
Loại sợi đa một có phần lõi lớn hơn nhiều so với loại đơn một. Khi truyền trong loại này, xung ánh sáng bị trải rộng do đường truyền khác nhau tùy góc tới ở đầu vào. Loại sợi này có ưu điểm là cho phép năng lượng truyền đi lớn. Người ta dùng nó trên những đường truyền ngắn.

Về sau, người ta khắc phục nhược điểm của loại sợi đa một bằng cách dùng chất liệu có *chiết suất giảm dần* (graded index) thay cho *chiết suất giảm nhảy bậc* (step index).

Hình 27.1 là sơ đồ chỉ rõ tính chất các loại sợi quang theo cấu tạo.

Đối với loại cáp truyền thông tin, cứ cách độ 50 km phải có bộ phận khuếch đại gọi là *repeater*.

Về loại cáp dùng tạo ảnh nội soi trong y khoa, nhiều yêu cầu về kĩ thuật được đặt ra. Chẳng hạn các sợi cáp phải thật nhỏ, mỗi sợi thu ảnh của một phần bộ phận và các sợi này phải có vị trí nhất định trong bó sợi để tạo ảnh trung thực của bộ phận cần quan sát. Từ những năm 60 của thế kỉ trước, người ta đã chế tạo được những bó sợi gồm trên 100 sợi mỗi milimét. Hiện nay, con số này đạt mức $5 \cdot 10^4$ sợi cho 3 mm đường kính cáp. Cả bó sợi chỉ bằng cái kim tiêm, trong đó có những sợi đưa ánh sáng từ ngoài vào và có những sợi thu và truyền hình ảnh ra. Loại cáp này ngày nay còn được dùng trong phẫu thuật nội soi.



Hình 27.1

3. Điều kiện cho góc tới ở đầu vào của cáp được xác định như sau (Hình 27.2) :

Áp dụng định luật khúc xạ cho tia sáng ứng với i_{\max} :

$$\sin i_{\max} = n_1 \sin r_{\max} = n_1 \cos \alpha_{\min}$$

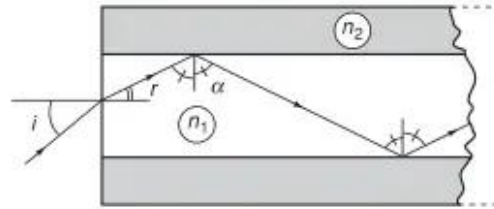
Vì α_{\min} là góc tới giới hạn nên :

$$\sin \alpha_{\min} = \frac{n_2}{n_1}$$

Do đó : $\sin r_{\max} = \cos \alpha_{\min}$

$$= \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

Suy ra : $\sin i_{\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$



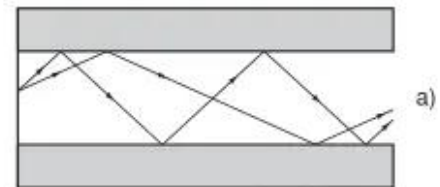
Hình 27.2

4. Chùm tia phản xạ truyền theo sợi quang bị giảm cường độ bởi hấp thụ do hai nguyên nhân :

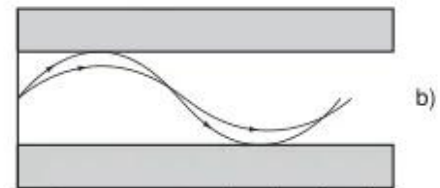
- Các tạp chất lẫn vào thủy tinh ;
- Sự phân bố bất thường của các nguyên tử ở những mối nối.

Công nghệ sản xuất hiện nay đã khắc phục được hai nguyên nhân này. Cường độ chùm tia sáng ló có thể coi là giảm không đáng kể.

Tuy nhiên, sự khúc xạ ở đầu vào làm tách riêng các ánh sáng màu trong ánh sáng trắng (tán sắc). Vì chiết suất thay đổi theo màu sắc nên đường truyền của mỗi ánh sáng màu khác nhau. Điều này dẫn đến thời gian truyền qua cáp thay đổi tùy ánh sáng màu. Tín hiệu nhận được sẽ méo.



Sợi quang có chiết suất giảm nhảy bậc



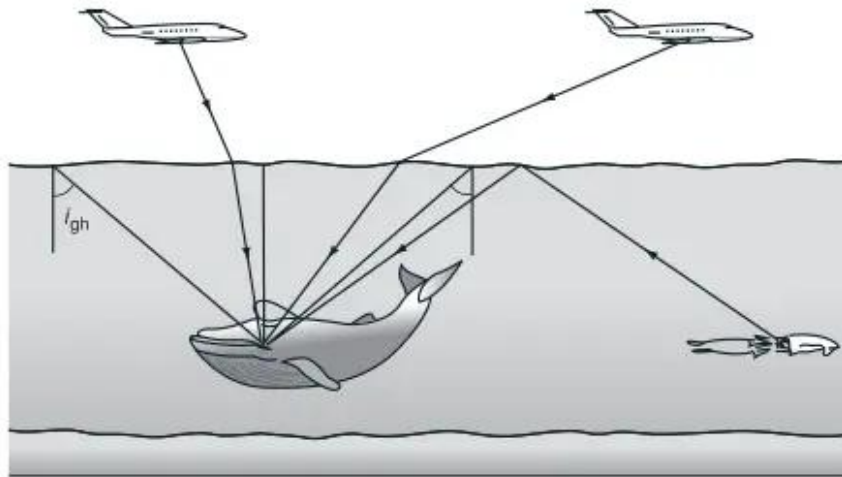
Sợi quang có chiết suất giảm dần

Hình 27.3

Việc sản xuất ra loại sợi có chiết suất giảm dần khắc phục được nhược điểm này.

Sơ đồ trên Hình 27.3 cho thấy đường truyền của hai ánh sáng màu khác nhau qua hai loại sợi.

5. Do khúc xạ ánh sáng và phản xạ toàn phần mà các sinh vật biển có mắt sẽ nhìn thấy bầu trời thu lại trong hình nón có nửa góc đỉnh là i_{gh} , nhưng lại nhìn thấy được các vật ở dưới biển do phản xạ toàn phần tại mặt nước (Hình 27.4).



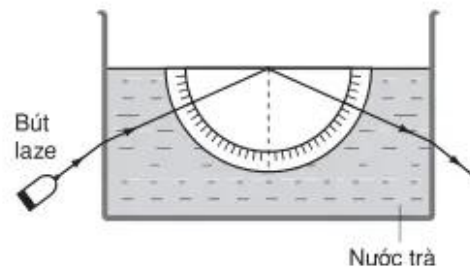
Hình 27.4

IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Bài học cung cấp thông tin mới nên chủ yếu được trình bày theo hướng :

- Quan sát hiện tượng để nhận định ;
- Tiếp nhận thông tin truyền đạt.

Khi thực hiện thí nghiệm về phản xạ toàn phần (Hình 27.5), có thể yêu cầu mỗi nhóm HS hay mỗi bàn chuẩn bị trước những dụng cụ để kiểm : hộp nhựa trong ; bút laze.



Hình 27.5

Có thể gắn một thước đo độ (dán băng keo) để đo góc.

Nước trà cho phép quan sát được đường truyền của chùm tia sáng.

2. Sự tham gia của HS tập trung vào thí nghiệm (theo nhóm) và nghiên cứu Bài tập ví dụ.

3. Khi trình bày về cáp quang, GV nên cố gắng minh họa bằng sơ đồ, tranh ảnh hay đồ vật cụ thể (đèn trang trí có sợi)...

V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

C1. Tia sáng có $i = 0^\circ$.

C2. Trong trường hợp này :

+ luôn có khúc xạ ;

+ $r < i$: tia khúc xạ lệch gần pháp tuyến hơn so với tia tới ;

+ $i = 90^\circ$: $r = r_{\text{gh}}$ (góc giới hạn khúc xạ)

$$\sin r_{\text{gh}} = \frac{n_1}{n_2}$$

4. Do phản xạ toàn phần liên tiếp bên trong. Với nhiều mặt thì phản xạ toàn phần xảy ra nhiều lần.

5. D. **6.** A. **7.** C.

8. a) Phần lớn khúc xạ ra không khí với góc $r = 45^\circ$.

b) Còn tia khúc xạ với góc $r = 90^\circ$.

c) Phản xạ toàn phần với $i = 60^\circ$.

9. Theo kết quả ở mục 3, ta có :

$$\sin i_{\text{max}} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 - 2} = \frac{1}{2}$$

$$i_{\text{max}} = 30^\circ \Rightarrow \alpha \leq 30^\circ.$$